

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Радіомодем

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАС-41
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

Побер С.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Хвостівська Л.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Марценюк А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Дедів Л.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)
студенту Поберу Сергію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Радіомодем

Керівник роботи Хвостівська Лілія Володимирівна, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 03 » 06 2024 року № 4/7-581

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Технічні параметри: робочий діапазон частот 310 Гц – 4300 Гц; швидкість передачі даних до 9600 біт/с; напруга живлення 12 В; потужність споживання не більше 1,2 Вт; час встановлення робочого режиму не перевищує 4 с.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

- 1. Основна частина
- 2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці
- Висновки
- Список використаних джерел
- Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

- 1. Структурна схема радіомодему
- 2. Схема електрична радіомодему
- 3. Друкований вузол радіомодему
- 4. Плата друкована радіомодему

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Гурик О.Я., доцент каф. МТ		

7. Дата видачі завдання 01.03.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2024	Виконано
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	14.03.2024	Виконано
3	Розробка структурної схеми радіомодему	26.03.2024	Виконано
4	Розробка алгоритму роботи мікроконтролера	05.04.2024	Виконано
5	Розробка схеми електричної принципової радіомодему	21.04.2024	Виконано
6	Розрахунок основних вузлів у схемі радіомодему	02.05.2024	Виконано
	Вибір компонентної бази для розроблюваного радіомодему	16.05.2024	Виконано
7	Компоновка друкованого вузла радіомодему		
8	Створення допоміжної документації	26.05.2024	Виконано
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	31.05.2024	Виконано
	Нормоконтроль	07.06.2024	Виконано
10	Перевірка роботи на антиплагіат		
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	10.06.2024	Виконано
12	Захист кваліфікаційної роботи	13.06.2024	Виконано
13		27.06.2024	Виконано
14			

Студент

(підпис)

Побер С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Хвостівська Л.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Радіомодем». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2024 р. // с.-51, рис.-34, табл.-5, бібліог.-25, додат.-3.

Ключові слова: РАДІОМОДЕМ, АЛГОРИТМ, СХЕМИ СТРУКТУРНА ТА ПРИНЦИПОВА, ПЛАТА ТА ВУЗОЛ ДРУКОВАНІ, P-CAD.

В роботі проведено аналіз завдання щодо проектування радіомодему та обґрунтована актуальність роботи.

Здійснено опис проектування радіомодему, зокрема описано результат проектування схеми структурної електричної, як основи для проектування схеми принципової електричної. Розроблено алгоритм роботи мікроконтролера як базової одиниці радіомодему. При реалізації схеми принципової застосовано САПР P-CAD Schematic.

Проведено розрахунки схеми електричної та організовано вибір елементів для радіомодему.

Описано технології виготовлення друкованої плати та друкованого вузла радіомодему та проєктовано засобами САПР P-CAD.

Технічні параметри вимірювача частоти: робочі частоти: 310-4300 Гц; швидкість передавання: не більше 9600 біт/с; живлення: 12 В; Потужність: не перевищення 1,2 Вт.

ANNOTATION

Theme of qualification work: «Radio modem». Qualification work bachelor's // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RAs-41 group. // Ternopil, 2024 // Pages.-51, fig.-34, tables -3, bibliog. – 25, appendix-3.

Key words: RADIO MODEM, ALGORITHM, STRUCTURAL AND PRINCIPAL SCHEMES, PRINTED BOARD AND NODE, P-CAD.

The paper analyzes the task of designing a radio modem and substantiates the relevance of the work.

A description of the design of the radio modem was carried out, in particular, the result of the design of the structural electrical scheme was described, as a basis for the design of the basic electrical scheme. An algorithm for the operation of a microcontroller as a basic unit of a radio modem has been developed. P-CAD Schematic was used to implement the basic scheme.

Calculations of the electrical scheme were carried out and the selection of elements for the radio modem was organized.

The manufacturing technologies of the printed circuit board and radio modem printed circuit board are described and designed using P-CAD CAD tools.

Technical parameters of the frequency meter: working frequencies: 310-4300 Hz; transmission speed: no more than 9600 bps; power supply: 12 V; Power: not exceeding 1.2 W.

Зміст

Вступ.....	7
1 Основна частина.....	8
1.1 Аналіз завдання на роботу.....	8
1.1.1 Обґрунтування актуальності проектування радіомодему.....	11
1.1.2 Аналіз одержаної інформації.....	11
1.2 Проектування структурної схеми радіомодему.....	12
1.3 Проектування електричної принципової схеми радіомодему та розрахунок її вузлів.....	14
1.3.1. Передача мовного тракту від маніпулятора розмовної трубки радіостанції до гучномовця ПК.....	14
1.3.2 Передача мовного тракту від маніпулятора розмовної трубки, яка знаходиться біля ПК до радіостанції.....	14
1.3.3 Передача даних від радіостанції до ПК.....	15
1.3.4 Передача даних від ПК до радіостанції.....	16
1.3.5 Синтез параметричний радіомодему.....	16
1.4 Вибір елемента бази радіомодему.....	23
1.5 Компонування друкованого вузла радіомодему.....	34
1.6 Висновок до розділу 1.....	39
2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	40
2.1 Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниження до допустимих величин.....	40
2.2 Організація управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві (цеху) відповідного профілю.....	44
2.3 Висновок до розділу 2.....	45
Висновки.....	46
Список використаних джерел.....	47
Додатки.....	51

					ПСВ 2.000.001 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Радіомодем	Літ.		Арк.	Аркушів
Розроб.		Побер С.В.						6	44
Перевір.		Хвостівська				ТНТУ, ФПТ, гр. РАС-41			
Консул.									
Н. Контр.		Марценюк А.С.							
Затверд.		Дунець В.Л.							

Вступ

На сьогодні проблема проектування телекомунікаційних мереж при використанні радіоканалу є актуально-важливим завданням в сфері електронних комунікацій.

Бездротові телекомунікаційні мережі — це технологія, яка дає змогу реалізовувати мережі, які повністю є відповідними стандарту звичайних провідникових мереж, але застосування кабелів не передбачене. У цих мережах інформація передається при використанні радіохвиль НВЧ-діапазону. Бездротові телекомунікаційні мережі використовуються там, де процес монтажу кабелів є складним або неможливим процесом.

Радіомодеми - це модеми, які передають дані без проводів на відстані до десятків кілометрів. Використання радіомодемів є сучасним способом створення безпроводних телекомунікаційних мереж. Ці мережі використовуються в критично важливих промислових програмах, коли необхідна передача даних у реальному часі.

На ринку для організації безпроводного телекомунікаційного зв'язку наявний великий асортимент радіомодемів, а саме: RipEX (Racom, Чехія), Рута-ДМ-4800 (LTD DIONA, Україна), RITRON DTXM (Ritron, Inc (США) та ін. Зазвичай зазначені радіомодеми виконують базові функції щодо приймання/передавання даних, проте характеризують високим рівнем цінг, що не є доступним звичайному споживачу.

Отже, проектування радіомодему, який забезпечить процес передавання/приймання даних через радіоканал та буде дешевшим у порівнянні до існуючих аналогів-протопитів, є актуальною інженерною задачею.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 Основна частина

1.1 Аналіз завдання на роботу

1.1.1 Обґрунтування актуальності проектування радіомодему

З метою проектування радіомодему здійснено аналіз існуючих прототипів.

На рис.1.1 зображено радіомодем RipEX [22] (виробник Racom, Чехія).

RipEX - це платформа радіомодему, яка забезпечує надійну цілодобову передачу даних у бездротових мережах для критично важливих застосувань, таких як SCADA та телеметрія, у ключових інфраструктурних секторах, таких як енергетика, водопостачання, нафтогазова галузь та інші.



Рисунок 1.1 – Вигляд радіомодему RipEX [22]

Характеристики радіомодему RipEX:

- 1) Робочий частотний діапазон складає 160-900 МГц.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- 2) Швидкість передачі 2CPFSK складає 256 QAM.
 - 3) Канали 6,25 – 300 кГц.
 - 4) Модуляція: D8PSK, 16DEQAM, $\pi/4$ DQPSK, 4CPFSK, 2CPFSK, 16DEQAM.
 - 5) Чутливість:
 - 4) Потужність: 10 Вт.
- Вартість РірЕХ складає 57000 грн

На рис.1.2 наведено радіомодем Рута-ДМ-4800 (виробник – LTD DIONA, Україна) [23].



Рисунок 1.2 – Вигляд радіомодему Рута-ДМ-4800 [23]

Радіомодем Рута-ДМ-4800 функціонально призначений для передавання даних цифрового формату крізь радіоканал стандартний .

Технічні характеристики Рута-ДМ-4800:

- 1) Діапазон: 33-470МГц.
- 2) Модуляція: FFSK.
- 3) Швидкість передавання: 1200;2400;4800.
- 4) Інтерфейс комунікації: RS-232

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

5) Живлення: 13,8 В при 0,05 А.

Вартість Рута-ДМ-4800 складає 3600 грн.

На рис.1.3 наведено радіомодем RITRON DTXM фірми Ritron, Inc (США) [24].



Рисунок 1.3 – Вигляд радіомодему RITRON DTXM

Радіомодем RITRON DTXM є пристроєм, який застосовує зовнішні протоколи обміну даними. Дані передаються крізь радіоканал в послідовності, в якій вони були прийнятими радіомодемом від самого контролера, ПК або терміналів при використанні інтерфейсу RS-232.

Технічні характеристики RITRON DTXM:

- 1) Частота: 136-470 МГц.
- 2) Крок частотний: 6,25; 12,5; 25 кГц.
- 3) Режим: напівдуплекс/симплекс.
- 4) Інтерфейси: RS-232.
- 5) Швидкість: 4,8-19,2 кб/с.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Вартість RITRON DTXM складає 20760 грн.

1.1.2 Аналіз одержаної інформації

На підставі аналізу існуючих радіомодемів та ТЗ відзначено, що радіомодем класифікується як апаратура переносної групи використання, підгрупи професійної. Ця класифікація регламентує те, що радіомодем можна використовувати в закритих приміщеннях за наявності природної вентиляції без обов'язково-наявного кондиціонування, а саме в приміщеннях з нерегулярним опаленням.

Згідно з ТЗ, радіомодем належить до категорії "У" 4.2 за ГОСТ 15150-82, який вимагає виконання певних умови експлуатації зі сторони клімату:

- уся функціональність радіомодему та його вигляд має зберігатися за умов використання, а саме при: температурному діапазоні $[-40; +55]^{\circ}\text{C}$;
- варіація вологості до меж $85\pm 3\%$ за $t=+20^{\circ}\text{C}$;
- варіація тиску: $[80; 100]$ кПа;
- механічні навантаження повинні не перевищувати норми, які регламентовано ГОСТ 20790-82.

Під час аналізу ТЗ конструктивних особливостей радіомодему, варто відзначити, що радіомодем повинен бути прямокутним. Всі компоненти індикації та органи управління мають бути локалізованими на фронтальній стороні (панелі) для забезпечення чіткості відображення поточних режимів функціонування.

Під час аналізу ТЗ щодо електричних параметрів варто вказати, що електрична схема повинна забезпечувати наступні режими функціонування:

- Робочі частоти: 310-4300 Гц;
- Швидкість передавання: не більше 9600 біт/с;
- Живлення: 12 В;
- Потужність: не перевищення 1,2 Вт;

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

З сторони економічних показників, вартість затрат на проектування має бути нижчою а ніж вище наведені аналоги-прототипи радіомодемів.

1.2 Проектування структурної схеми радіомодему

На рис. 1.4 зображено проектовану структурну схему радіомодему.

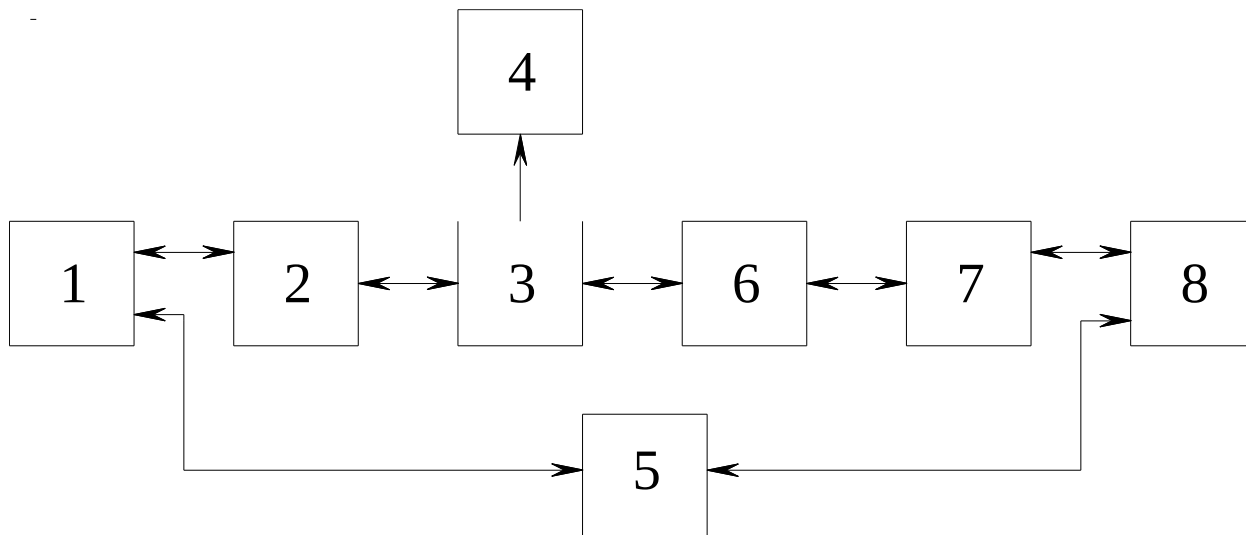


Рисунок 1.4 - Структурна схема радіомодему

На рис.1.4 позначено:

- 1 – ПК
- 2 – Рівневий формувач сигналу
- 3 - Мікроконтролер
- 4 – Вузол індикації
- 5 - Підсилювач
- 6 - Модем
- 7 - Підсилювач
- 8 - Радіостанція

В виходу СОМ–порта ПК 1 сигнал подається на вхід рівневого формувача сигналів 2, де напруга перетворюється до необхідного рівня.

З виходу формувача 2 сигнал подається на вхід портів мікроконтролера 3, який здійснює керування передачею і прийомом сигналу, а також здійснює індикацію. З виходу мікроконтролера 3 сигнал подається на вхід (модулятора/демодулятора) модему 6, де сигнал перетворюється в чотирьохрівневий аналоговий сигнал, який потім поступає на вхід підсилювача 7, функція якого полягає в узгодженні виходу модему з входом зовнішньої радіостанції 8.

Також даний радіомодем здійснює прийом та передача мовного тракту, зв'язок р/с з ПК здійснюється через підсилювач 5.

Алгоритм роботи мікро контролера наведено на рис.1.5.

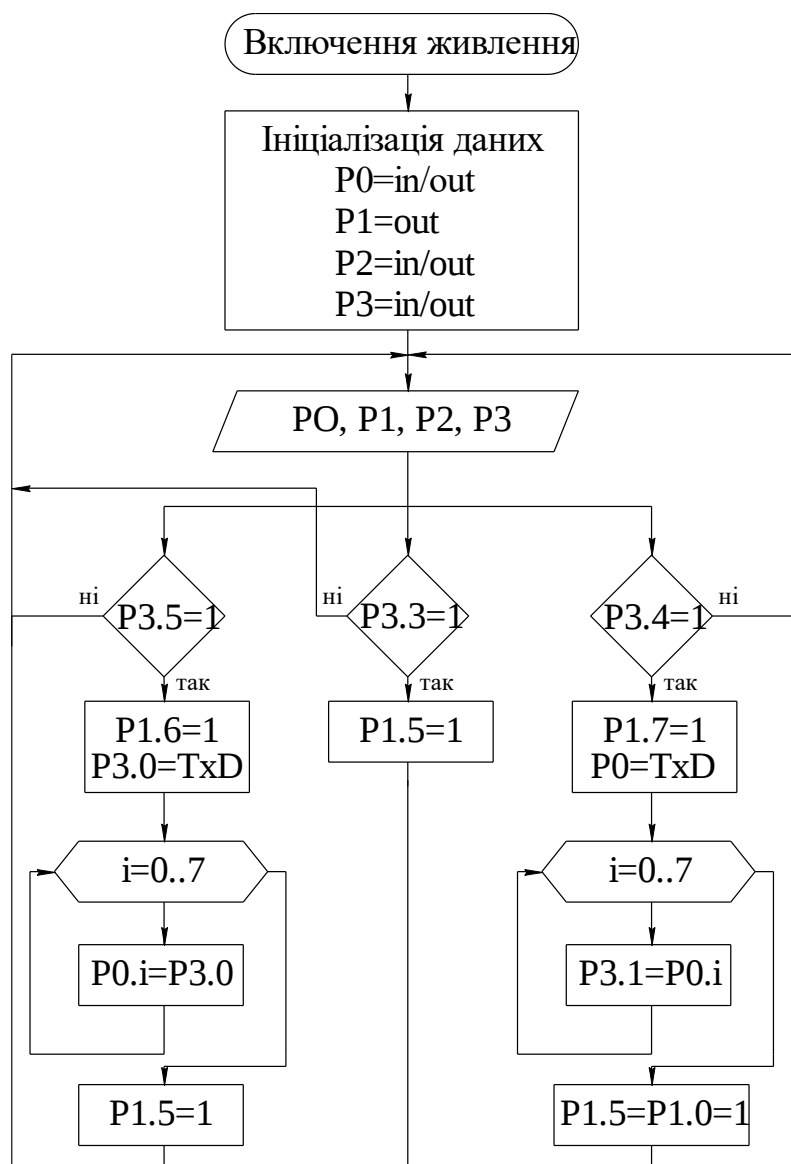


Рисунок 1.5 - Алгоритм роботи мікроконтролера радіомодему

1.3 Проектування електричної принципової схеми радіомодему та розрахунок її вузлів

Радіомодем працює в 4-ох режимах.

1. Передача даних від ПК до радіостанції.
2. Передача даних від радіостанції до ПК.
3. Передача мовного тракту від маніпулятора розмовної трубки, яка знаходиться біля ПК до радіостанції.
4. Передача мовного тракту від маніпулятора розмовної трубки радіостанції до гучномовця ПК.

1.3.1. Передача мовного тракту від маніпулятора розмовної трубки радіостанції до гучномовця ПК.

Аналоговий сигнал переданий від трубки маніпулятора подається на вхід підсилювача низької частоти, де сигнал посилюється до рівня необхідності і подається до входу низькочастотного приймача, через узгоджуючий трансформатор Т2, який узгоджує вихідний опір підсилювача НЧ з вхідним опором НЧ приймача, а також виконує функцію гальванічної розв'язки.

Підсилювач низької частоти складається з підсилювача напруги зібраного на ОП підсилювачі DA9.1, та підсилювача потужності складеного на транзисторах VT6 і VT7, які включені по схемі із спільним колектором, коефіцієнт підсилення, яких по напрузі приблизно рівний одиниці.

1.3.2. Передача мовного тракту від маніпулятора розмовної трубки, яка знаходиться біля ПК до радіостанції.

Аналоговий сигнал переданий від маніпулятора розмовної трубки подається через узгоджуючий трансформатор Т1 на вхід низькочастотного підсилювача, де він посилюється до рівня необхідності і подається на вхід передавача.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Підсилювач низької частоти складається з підсилювача напруги зібраного на ОП підсилювачі DA9.2, та підсилювача потужності складеного на транзисторах VT4 і VT5, які включені по схемі із спільним колектором.

Керування передачею інформації здійснюється активізацією сигналу передачі інформації який передається на вхід включення передавача через вузол формування сигналів логіки, який складається з оптопари DA8 та транзистора VT8, котрий працює в ключовому режимі.

1.3.3. Передача даних від радіостанції до ПК.

Сигнал прийнятий передавачем радіостанції поступає на вхід операційного підсилювач DA3.1, де рівень сигналу підсилюється до рівня необхідності та подається до входу модему DD1.

Даний модем DD1 реалізує функцію інтелектуального модему, який здійснюється перетворення даних, які отримуються від мікроконтролера, добавляє коди знаходження і виправлення одиночних помилок (FEC), знаходження помилок в блоках даних (CRC), проводять переміщення даних (захист від пакетних помилок).

З виходу, вже перетворений сигнал, подається до входу порта P0 мікроконтролера DD2, у вигляді паралельного коду, де сигнал перетворюється в послідовний і з порта P3 поступає на вхід послідовного порту ПЕОМ через формувач логічних сигналів, який також виконує функцію гальванічної розв'язки, який складається з резисторів R5, R12 і R19, транзистора VT2 і оптопари DA4.

Дозвіл на передавання даних від р/с до ПК здійснюється за допомогою подання лог "1" до входу ComPort порта CTS, через вузол формування рівня сигналів логіки, зібраного на резисторах R6, R21 і R13, транзистора VT3 і оптопари DA6, а також супроводжується вузлом індукуванням, який реалізовано на транзисторному VT11, світлодіодному H4 та резисторних R46, R50 елементах.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Процес передачі даних візуалізується вузлом індикації, який реалізовано на транзисторному VT8, світлодіодному H1 та резисторих R43, R47 елементах.

Індикацію/візуалізацію організовано шляхом подачі активного сигналу логіки з виходу порта P1 мікроконтролера на вхід вузла візуалізації/індикації.

1.3.4 Передача даних від ПК до радіостанції.

Дані з ПК подаються на вхід порта P3 мікроконтролера DD2 через рівнений формувач сигналів логіки, який реалізовано на резисторних елементах R7, R14, R20 та оптопарі DA9. З виходу порта P0 мікроконтролера сигнал подається на вхід модему, де здійснюється чотирьох рівнева модуляція, а з виходу модему (модулятора/демодулятора) сигнал подається на вхід передавача р/с через операційний підсилювач DA3.2.

Керування передачею інформації здійснюється подачею активного сигналу RTS з послідовного порта комп'ютера на вхід включення передавача, через формувач логічних сигналів, який реалізовано з оптопарі VT3 та транзистора VT7, і через порти мікроконтролера поступає до входу радіостанції.

Процес передачі даних візуалізується через вузлом індикації, який реалізовано на транзисторному VT9, світлодіодному H2 і резисторах R44, R48 елементах.

Процес індикації забезпечується при подаванні з виходу порта P1 мікроконтролера активного сигналу логіки до входу вузла індикації.

1.3.5 Синтез параметричний радіомодему

Здійснено параметричний синтез вузла передачі мовного тракту від маніпулятора розмовної трубки, яка знаходиться біля ПК до передавача радіостанції (рис.1.6).

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

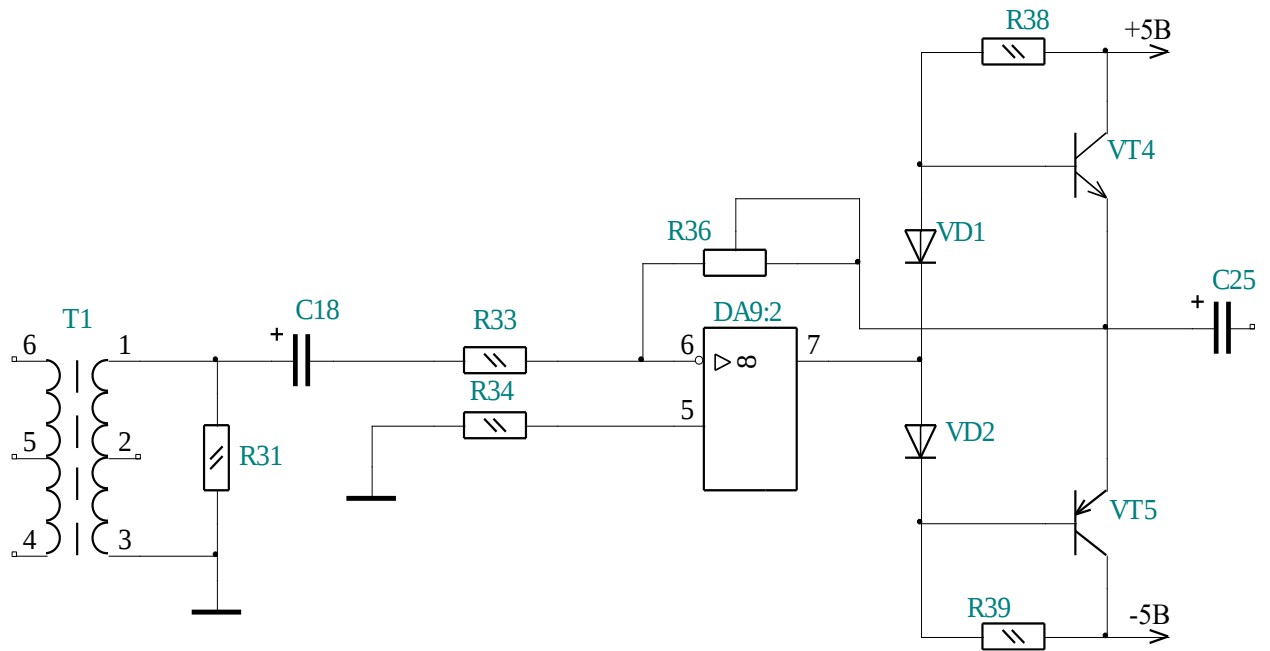


Рисунок 1.6 - Вузол передачі мовного тракту від ПК до радіостанції

Вхідні дані: $U_{BX} = 0,4B$, $\beta_{VT4} = \beta_{VT5} = 600$.

Обчислено вхідний струм:

$$I_{BX} = \frac{U_{BX}}{R_L} = \frac{0,4}{600} = 0,66mA, \quad (1.1)$$

де U_{BX} – напруга на кінцях трансформатора 6-4;

R_L – опір лінії.

Розраховано напругу на кінцях трансформатора T1:

$$U_{13} = K_{TP} \cdot U_{BX} = 1 \cdot 0,4 = 0,4B, \quad (1.2)$$

де K_{TP} – коефіцієнт трансформації трансформатора T1.

Обчислено опір конденсатора C_{18} :

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_{\min} \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 531\Omega. \quad (1.3)$$

Обчислено вхідний опір ОП:

$$R_{BX} = \sqrt{X_C^2 + R_{34}^2} = \sqrt{531^2 + 22000^2} = 22\text{кОм} . \quad (1.4)$$

Обчислено коефіцієнт підсилення ОП:

$$K_{OP} = \frac{R_{36}}{R_{BX}} = \frac{33\text{к}}{22\text{к}} = 1,5 , \quad (1.5)$$

Обчислено вихідну підсилену напругу:

$$U_{ВИХ.ОП} = K_{OP} \cdot U_{13} = 1,5 \cdot 0,4 = 0,6\text{В} , \quad (1.6)$$

де U_{13} – напруга на кінцях трансформатора 1-3

Здійснено розрахунок двотактного підсилювача.

Обчислено струм, який проходить через опір R_{38} :

$$I_{R38} = \frac{U_{ж}}{R_{38}} = \frac{5}{5,6\text{к}} = 0,89\text{мА} , \quad (1.7)$$

де $U_{ж}$ – вихідна напруга ОП

Розраховано значення струму бази транзистора VT4:

$$I_B = I_{R38} - I_{ВИХ.ОП} = 0,89\text{мА} - 0,66\text{мА} = 0,23\text{мА} , \quad (1.8)$$

Обчислено струм в колі колектора транзистора VT4:

$$I_K = I_B \cdot h_{12} = 0,23\text{мА} \cdot 600 = 0,27\text{А} , \quad (1.9)$$

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

де I_B – струм в колі бази;

h_{12} – коефіцієнт підсилення по струму.

Підсилення транзистора VT5, аналогічне як для транзистора VT4.

Розрахунок підсилювача мовного тракту від маніпулятора розмовної трубки радіостанції до гучномовця ПК проводити непотрібно, оскільки він є аналогом вище приведенного розрахунку. В такому випадку номінали усіх компонентів прийнято ідентичними.

Здійснено параметричний синтез рівневого формувача сигналу. Даних формувачів у схемі є 5 формувачів двох структур. Базовим елементом формувачів є оптоелемент.

Перша структура формувача складається з резисторів R5, R12 та R19, транзисторного елемента VT2 та оптоелемента DA4 (рис.1.10).

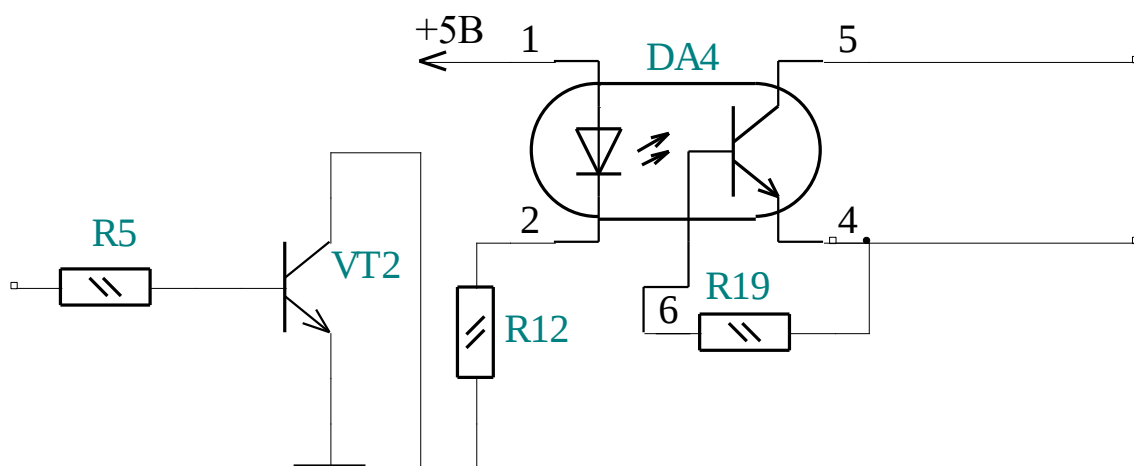


Рисунок 1.10 – Рівневий формувач (перша структура)

Дані для розрахунку:

- Значення струму на вході: 33,2 мкА;
- Напруга на вході: 3 В.

Величина струму світлодіоду оптоелемента має в ідеалі має бути 10мА для нормального функціонування елеронного ключа оптоелемента 4N25 з паспорту. За напруги живлення 5В падіння напруги на ключовому елементі

VT2 складає 0,4 В та при падінні напруги на світлодіодному елементі - 2В.

Значення опору резисторного елементу R12 обчислюється з формули:

$$R_{12} = \frac{U_{ж} - U_{світлодіод} - U_{VT2}}{I_{світлодіод}}, \quad (1.10)$$

де $U_{ж}$ – рівень напруги живлення;

$I_{світлодіод}$ – оптимальне значення струму світлодіодного елемента;

$U_{світлодіод}$ – падіння на світлодіодному елементі;

$$R_{12} = \frac{5B - 2B - 0,4B}{0,010A} = 260 \text{ Ом}$$

З ряду номіналів обрано опір на рівні $R_{12} = 270 \text{ Ом}$.

Величина струму в базі транзистора VT2 рівна:

$$I_{бVT2} = \frac{I_{К.VT2}}{\beta_{VT2}}, \quad (1.11)$$

де $I_{К.VT2}$ – значення колекторного струму транзисторного елемента VT2,

$$I_{К.VT2} = I_{світлод} = 10 \text{ мА},$$

β_{VT2} – коефіцієнт, $\beta_{VT2} = 600$,

$$I_{бVT2} = \frac{0,010A}{600} = 16,6 \text{ мкА}.$$

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

На надійності роботи транзисторного ключа рекомендовано обрати значення струму в базі в 2 рази більшим, а саме $I_{\text{б}VT2} = 33,2 \text{ мкА}$.

Значення опору резисторного елемента R5:

$$R_5 = \frac{U_{\text{вих.МК}}}{I_{\text{б}VT2}}, \quad (1.12)$$

де $U_{\text{вих.МК}}$ – значення вихідної напруги на порті мікроконтролера рівна 3В за величини струму 33,2 мкА,

$$R_5 = \frac{3}{33,2 \cdot 10^{-6}} = 90,4 \text{ кОм}.$$

З ряду номіналів обрано опір на рівні $R_5 = 91 \text{ Ом}$. Опір R_{19} для оптоелемента 4N25 рівний 100 кОм.

За результатами розрахунку прийнято такі номінали та марки:

- VT2-VT3: марка BC182B;
- оптоелемент; марка 4N25;
- R5-R6: номінал 91 кОм;
- R12-R13: номінал 270 Ом;
- R19-R123: номінал 100 кОм.

Друга структура формувача складається з резисторів R7, R14 і R20, транзисторного елемента VT2 та оптоелемента DA4 (рис.1.11).

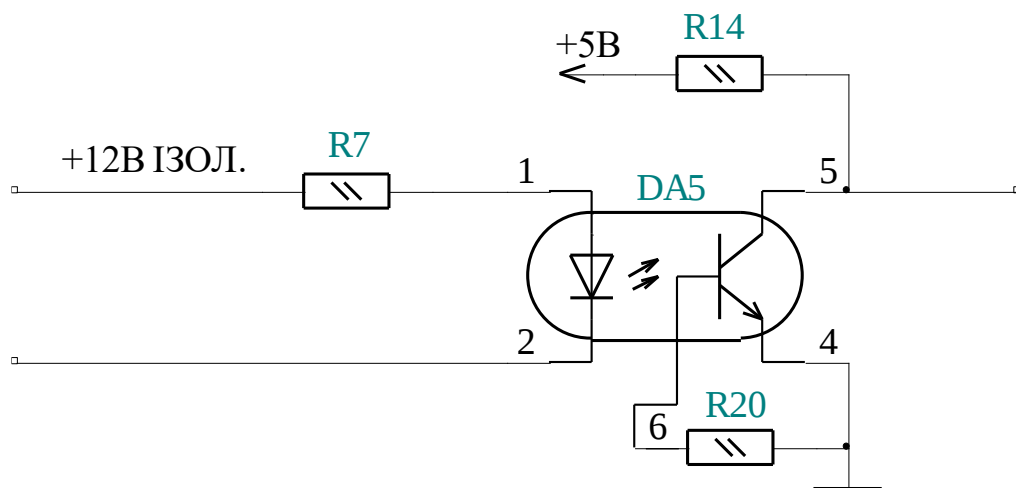


Рисунок 1.11 - Рівний формувач (друга структура)

Дані для розрахунку:

- Струм на вході: 10 мА
- Струм на виході: 1 мА
- Лог. «0»: [+5В;+12В],
- Лог. «1»: [-12В;-12В].

Значення струму світлового компонента оптоелементу має складати 10 мА на нормального функціонування ключового режиму згідно паспорту на DA5 4N25. Падіння на світлодіоді рівне 2В, а опір R7 при цьому падінні рівний:

$$R_7 = \frac{12В - 2В}{0,010А} = 1 \text{ кОм}$$

Опір резистора R_{20} за даних оптоелементу 4N25 рівний 100 кОм.

Опір резистора R14 рівний:

$$R_{14} = \frac{U_{жс}}{I_{ВИХ}}, \quad (1.13)$$

$$R_{14} = \frac{5}{1 \cdot 10^{-3}} = 5 \text{ кОм.}$$

Прийнято величину опору $R_{14} = 5.1 \text{ кОм.}$

За даними розрахунку прийнято:

- оптоелемент: 4N25.
- R7-R9: номінал 91 кОм;
- R14-R16: номінал 5,1 кОм.

1.4 Вибірання елементної бази радіомодему

Для виборі елементної бази радіомодему застосовано активні/пасивні елементи. З активних елементів обрано резисторні, конденсаторні та діодні (стабілітрони, оптопари) елементи.

Передусім обрано конденсаторні елементи, зокрема керамічні марки СС4 (рис.1.12, табл.1.1) та електролітичні марки ЕСАР-GS (рис.1.13, табл.1.1). Під час обирання зазначених компонентів враховано показники допустимого рівня напруги.

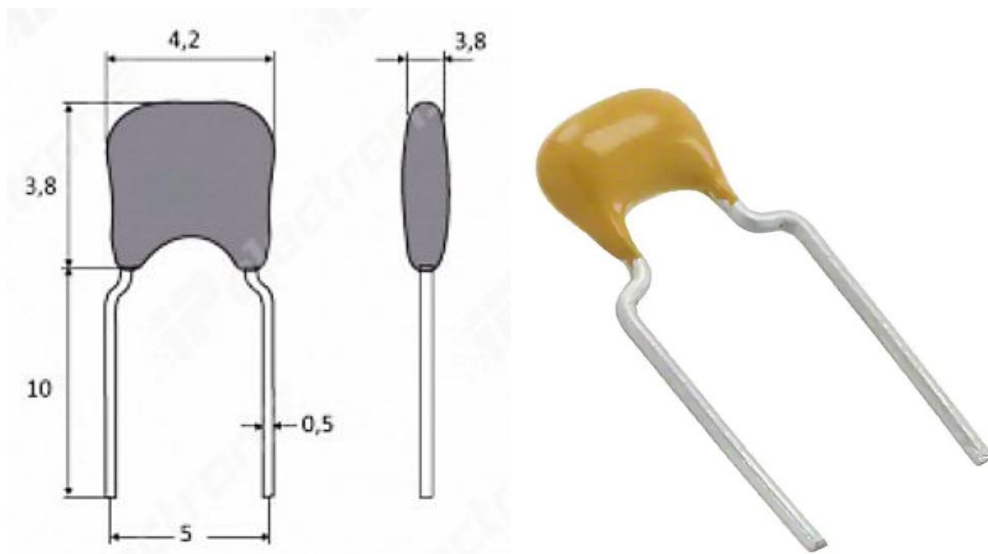


Рисунок 1.12 – Конденсатор СС4

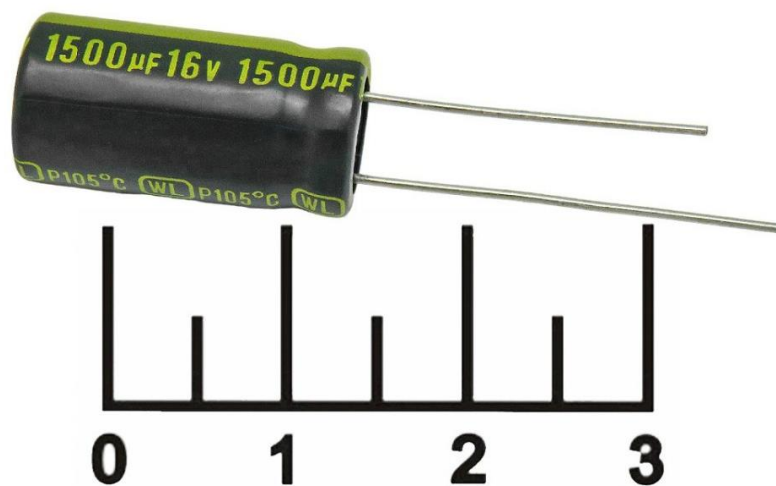


Рисунок 1.13 – Конденсатор ЕСАР-GS

Таблиця 1.1 – Обрані конденсаторні елементи для радіомодему

Номер елемента	Марка, напруга (електролітичні), номінал
C1	K50-35-16В-10мкФ
C2,C3	CC4-0,1мкф
C4	K50-35-16В--10мкф
C5,C6	K50-35-16В--100мкф
C7-C10	CC4-0,1мкф
C11-C12	CC4-82пФ
C13,C14	CC4-4,7нФ
C15,C16	CC4-0,1мкФ
C17,C18	K50-35-16В-10мкФ
C19,C20	CC4-10мкФ
C21,C22	CC4-0,1мкФ
C23	K50-35-16В-10мкФ
C24	CC4-0,1мкФ
C25,C22	K50-35-16В-10мкФ
C27,C28	K10-17-3Г-0,1мкФ

Після конденсаторних елементів обрано резисторні постійні елементи марки MF-12 та змінні марки KLS4, які представлено на рис.1.14-1.15 та їх перелік в табл.1.2.

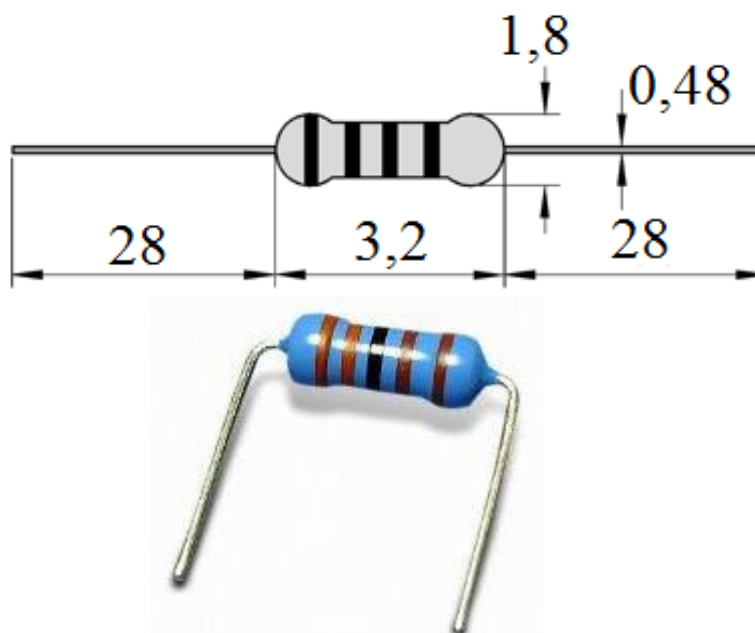
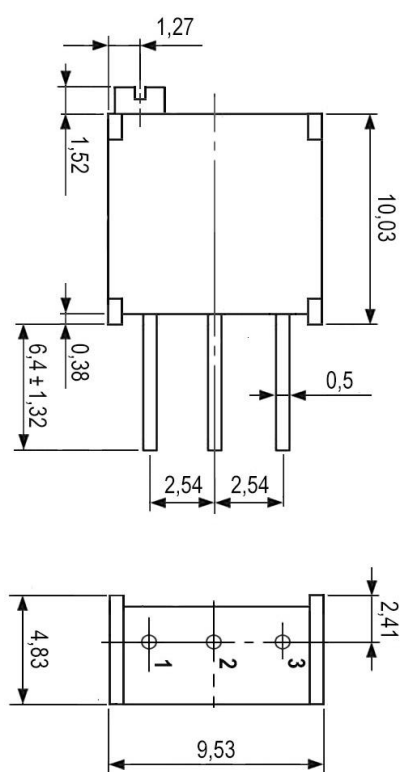


Рисунок 1.14 – Резистор MF-12



296W

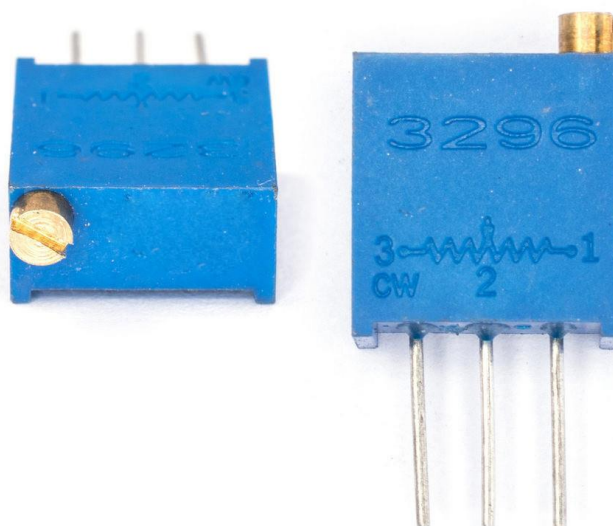


Рисунок 1.15 – Резистор KLS4

Таблиця 1.2 – Обрані резисторні елементи для радіомоделю

Номер елемента	Потужність, номінал, %
Марка MF-12 потужністю 0,125 Вт	
R1	27кОм±5%
R2	10 кОм±5%
R3	10 Ом±5%
R4	4,7 кОм±5%
R5,R6	91 кОм±5%
R7-R9	1кОм±5%
R12, R13	27кОм±5%
R14-R16	5,1кОм±5%
R17,R18	22кОм±5%
R19-R23	100кОм±5%
R24-R26	22кОм±5%
R27,R28	100кОм±5%
R29,R30	22кОм±5%
R31	1,5кОм±5%
R33,R34	22кОм±5%
R35	1МОм±5%
R37	8,2кОм±5%
R38-R41	8,2кОм±5%
R42	270Ом±5%
R43-R46	270Ом±5%
R47-R50	270Ом±5%
Марка KLS4-3986W потужністю 0,5 Вт	
R10-R11	33кОм±5%
R32	33кОм±5%
R36	33кОм±5%

Під обирання резисторних елементів особливу увагу приділено параметрами потужності, вазі, способу монтажу та їх вартості.

Серед діодних елементів обрано діоди марки 1N4148, які відображено на рис.1.16 та в табл.1.3 його параметри.



Рисунок 1.16 – Діод 1N4148

Таблиця 1.3 – Параметри 1N4148

Діоди	Марка	$I_{пр. max}$	$I_{звор. max}$	$U_{зв.}$	$F_{dmax,}$
VD1-VD4	1N4148	0,1 А	5,0 мкА	50 В	100000, кГц

Серед елементів індикації обрано світлодіоди марки HLMP1600 (рис.1.17).

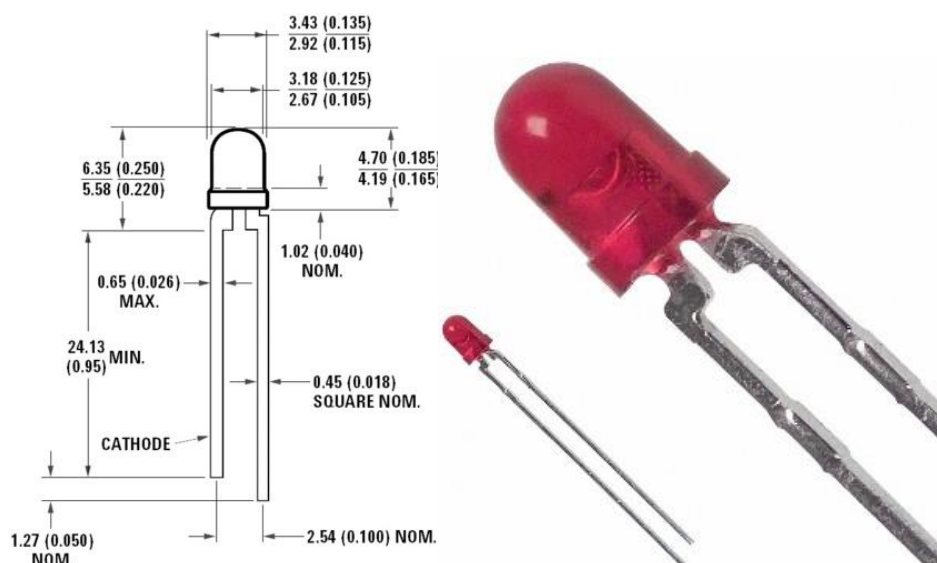


Рисунок 1.17 – Світлодіод HLMP1600

Вище обрані елементи відносять до пасивного типу елементів.

Активні елементи можуть здійснювати регулювання струму, що проходить через них, не лише за допомогою прикладеної напруги, а й під впливом сигналом керуючого.

Серед активних елементів радіомодему виділено транзисторні елементи та оптопару. Для радіомодему обрано 11 транзисторних елементів марки BC182B (кремнієва технологія) (рис.1.18).

TO-92

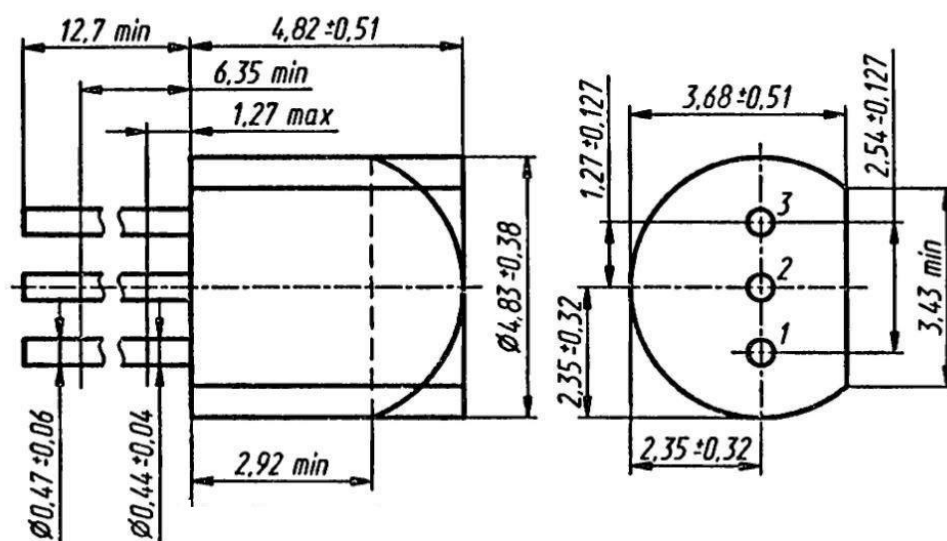


Рисунок 1.18 – Транзистор BC182B

Після транзисторних елементів обрано оптопари марки 4N25, які наведено на рис.1.19.

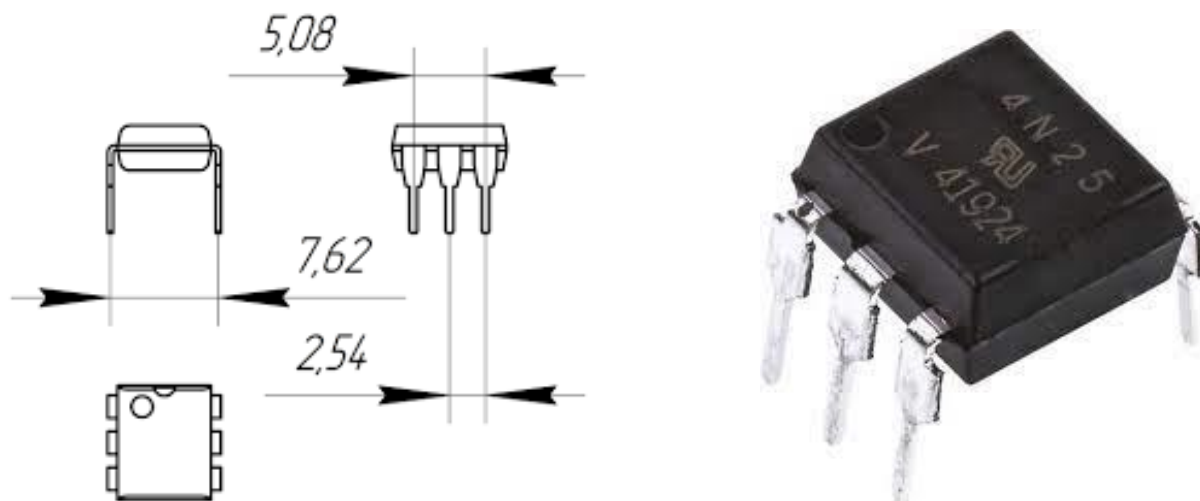


Рисунок 1.19 – Оптипара 4N25

В подальшому обрано мікросхеми для радіомодему, перелік та їх функціональне призначення наведено в табл.1.4.

Таблиця 1.4 – Мікросхеми радіомодему

Номер мікросхеми	Назва	Функціональне призначення
DA1	L7805CV (рис.1.20)	Стабілізація (стабілізатор) на рівні 5В
DA2	ADM660AN (рис.1.21)	Перетворення напруги з підкачуванням заряду для інвертування напруги живлення (перетворювач напруги)
DA3, DA9	NE5532 (рис.1.22)	Підсилення рівня сигналів (підсилювач)
DD1	FX919B (рис.1.23)	Модуляція/демодуляція (радіомодем)
DD2	AT89S8252 (рис.1.24)	Керування (мікроконтролер)

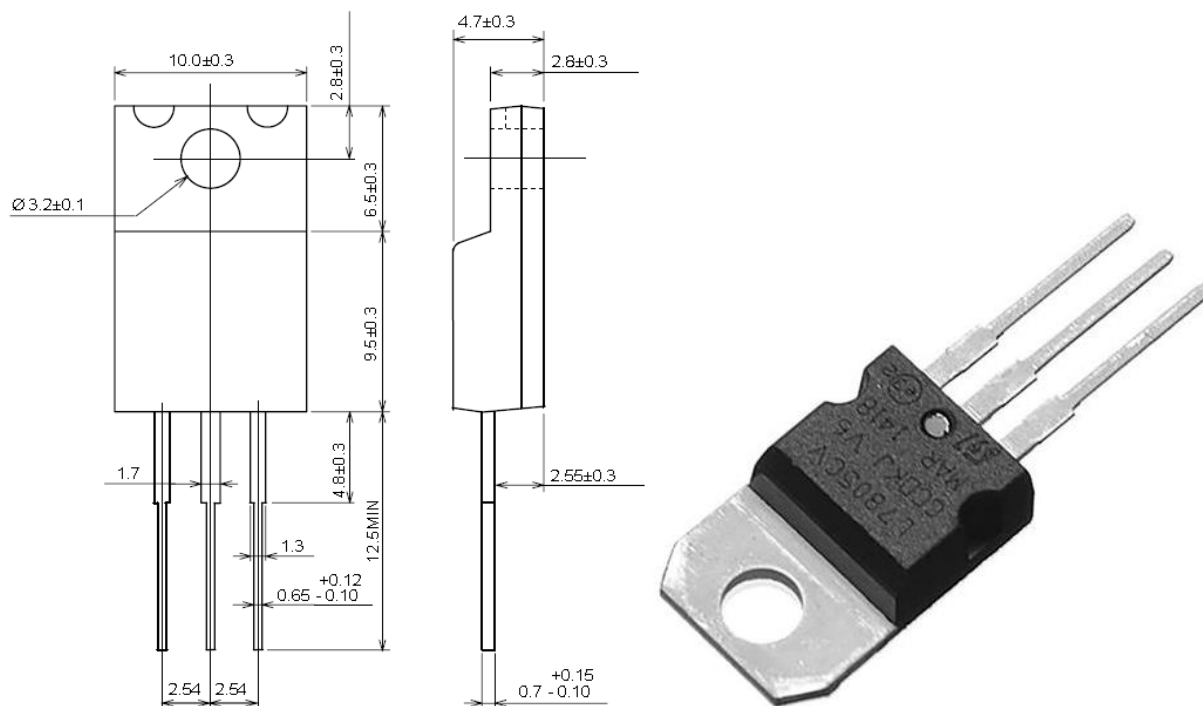


Рисунок 1.20 – L7805CV

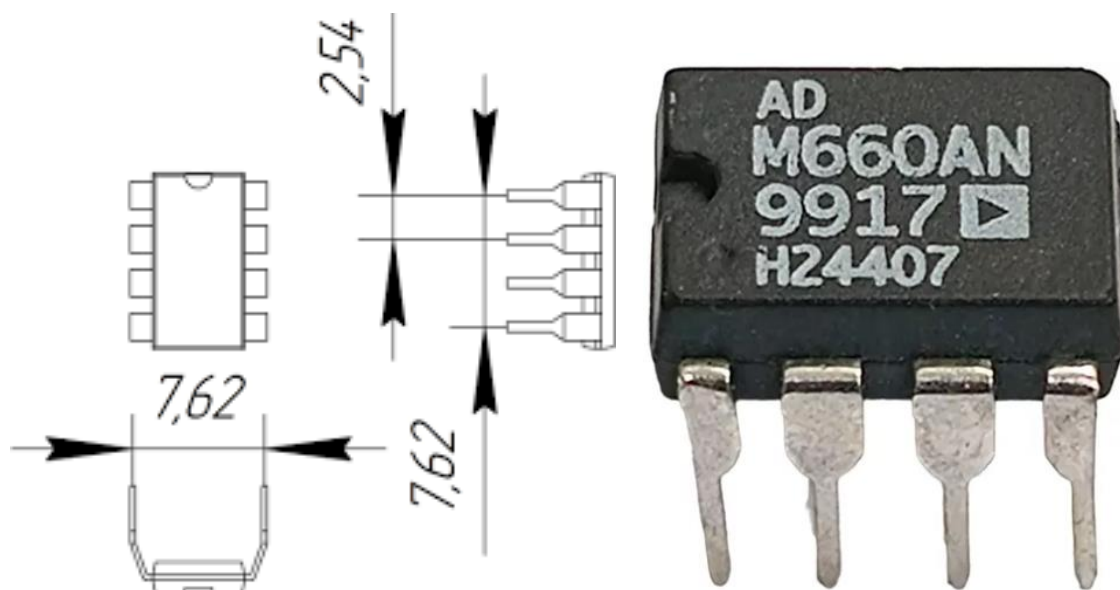


Рисунок 1.21 – ADM660AN

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПСВ 2.000.001 ПЗ

Арк.

30

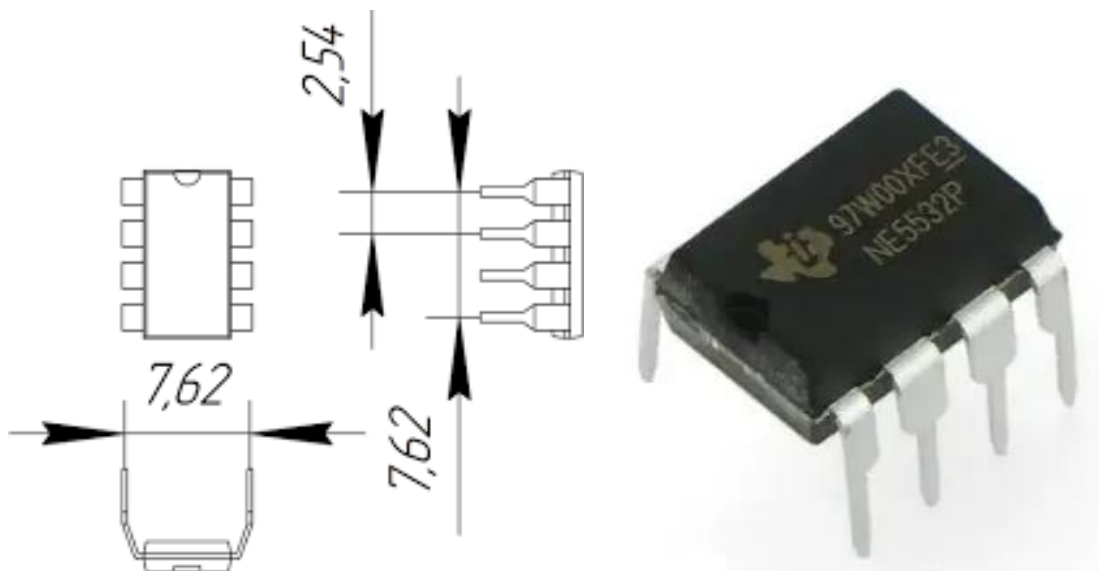


Рисунок 1.22 – NE5532

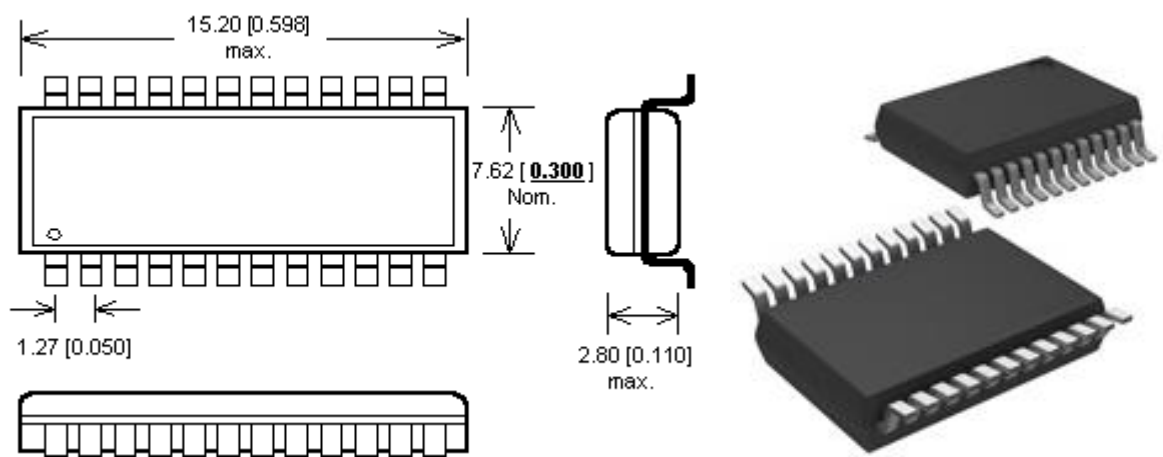


Рисунок 1.23 – FX919B



Рисунок 1.24 – AT89S8252

Після мікросхем підібрано трансформатори Т1-Т2 марки ТОТ-4 (рис.1.25), світлодіодні елементи Н1-Н4 марки GNL-5013 (рис.1.26), кварцові резонатори Z1-Z2 марки НС-49S (рис.1.27).

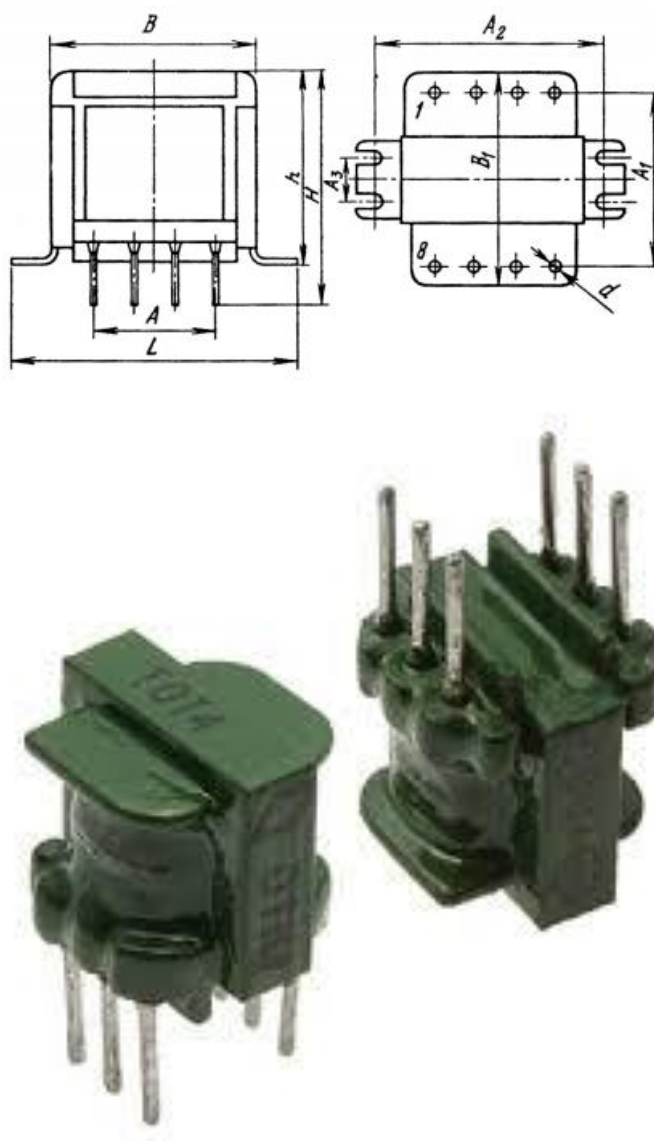


Рисунок 1.25 – ТОТ-4

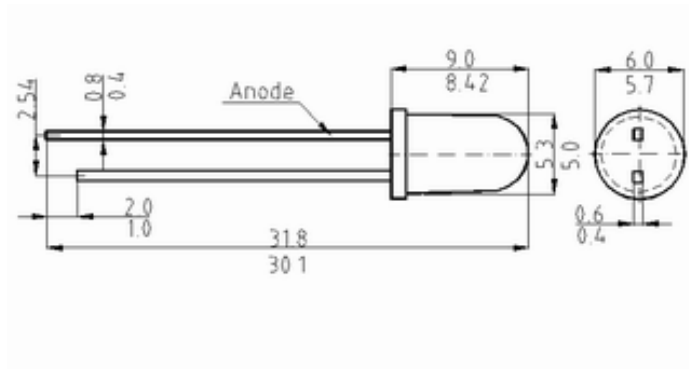


Рисунок 1.26 – GNL-5013

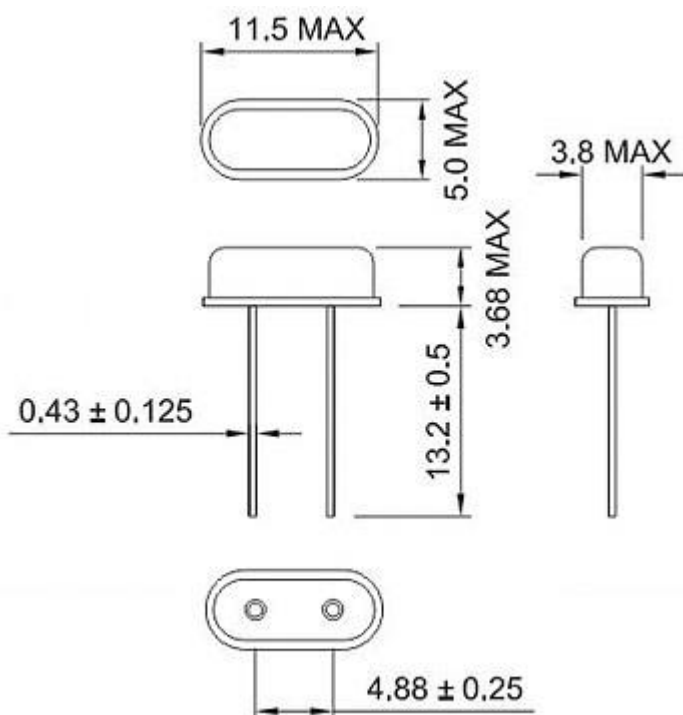


Рисунок 1.27 – HC-49S

В процесі вибору елементів радіомодему використовувалися довідники, матеріали з реклами та інтернет-джерела, які містять різноманітні серії пасивних/активних елементів.

Основним критерієм в процесі вибору елементів радіомодему виступили не висока ціна, оптимальні розміри, низька вага, стандартність та уніфікованість, що є актуальним для процесів ремонту в період заміни елементів.

1.5 Компонування друкованого вузла радіомодему

Проектований радіомодем виготовлено на двосторонній ДП (рис.1.28).

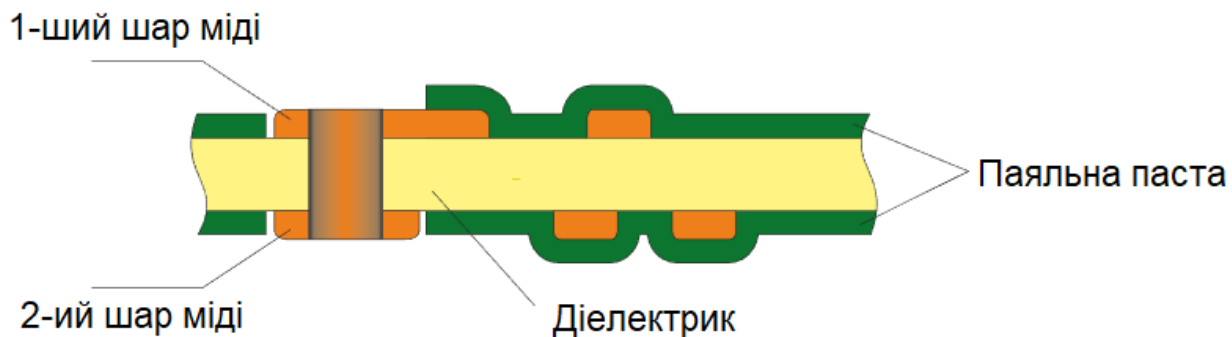


Рисунок 1.28 – ДП двостороння радіомодему

При врахуванні темпів розвитку електронних елементів та сталу тенденцію до габаритного мінімалізму, можна стверджувати, що дорогі технології постійно прибавляють за ціновим показником, тому можна вносити конкретні коригуючі процеси до технології виготовлення ДП.

Все частіше виробники застосовують новітні методи нанесення пасти: PPT, Optipad (рис.1.29).

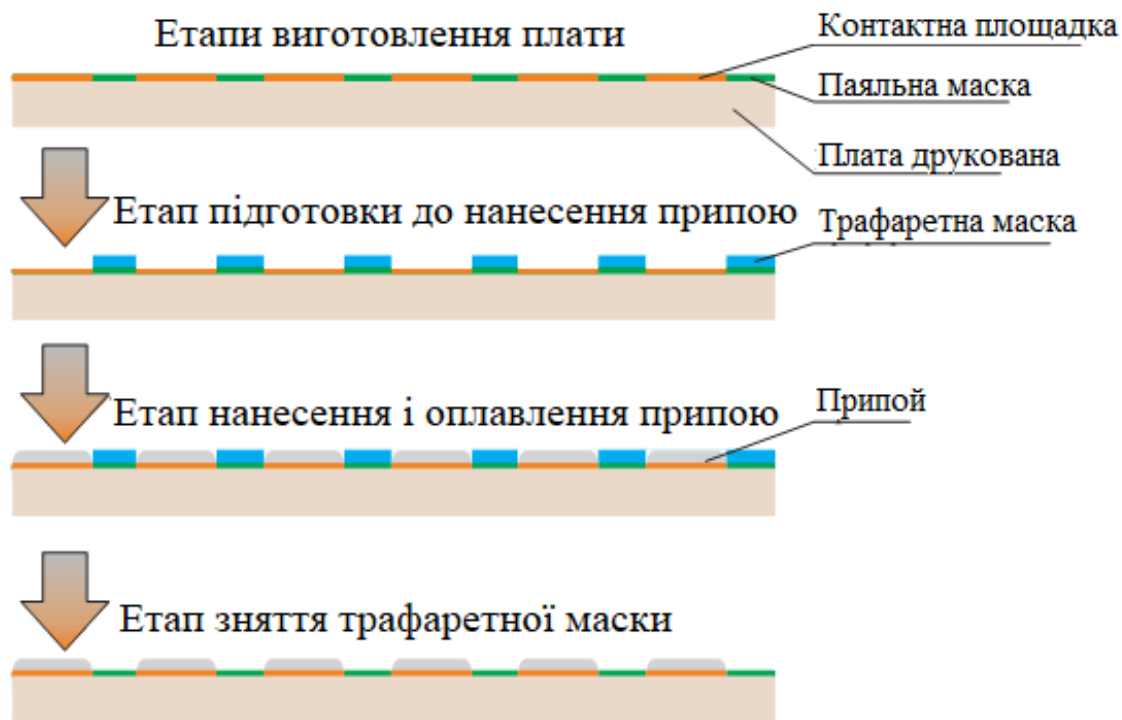


Рисунок 1.29 – Етапи в технології виготовлень ДП (PPT, Optipad)

Зазначені технології (PPT, Optipad) передбачають варіації у самій технології виготовлення ДП.

В технології Sipad (рис.1.30) передбачено застосування світлочутливих масок, як трафаретний елемент.

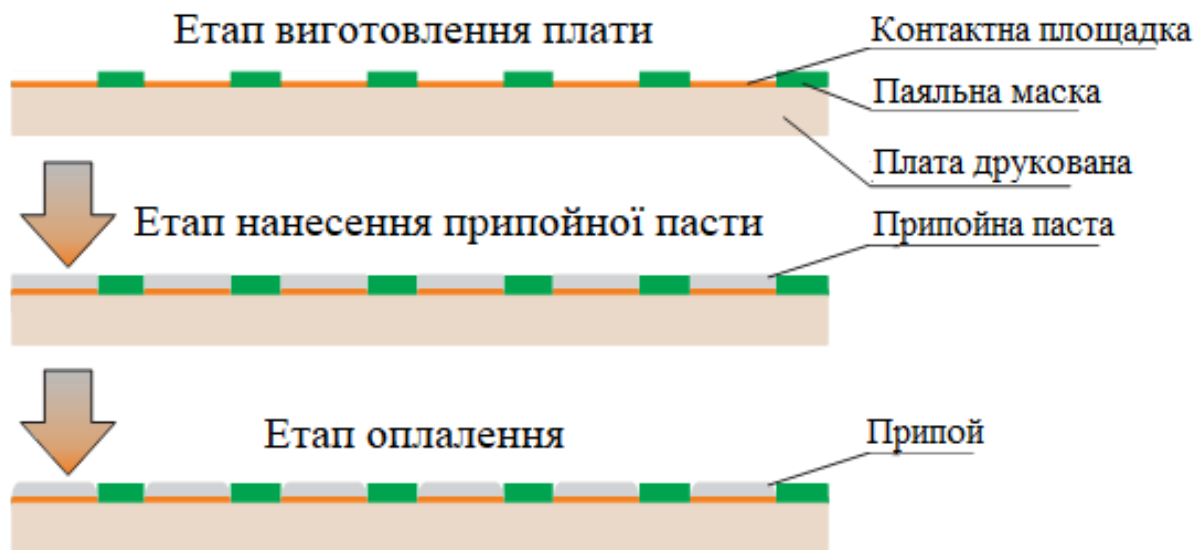


Рисунок 1.30 - Технологія Sipad

В технології Sipad передбачено нанесення маски різного типу, зокрема основної маски – кислотійкої, маски трафаретної – стійкої до лужного середовища або на оборот. Маску трафаретну наносять зверху маски паяльної. Через те, що апертура в даній ситуації формується методом фотолітографії, що забезпечує підвищений показник точності технології друку трафаретного. В подальшому паста заповнює апертуру та після оплавлення формує на площині плати підготовлені до монтажу контактні площадки. Як відбувся процес охолодження припою відбувається видалення маски паяльної. В такому випадку товщина припою рівна товщиною маски трафарету.

Sipad передбачає застосування маски паяльної в якості трафарету. Показник товщини припою цілком залежить від товщини маски для паяння. Пасту в цьому випадку наносять при через маску та оплавлюють. Рельєфність ДП в такому випадку передбачає залишки пасту в порожнинах, що під час оплавлення здатні створити закорочення на виводах елементів. В такому випадку наприкінці цієї технології передбачено процес відмивання маски паяльної.

RPT технологія, послідовність якої наведено на рис. 1.31, аналогічно передбачає застосування маски для паяння в якості трафарету при використанні зовнішнього трафарету (завтовшки маска має бути не меншою за контактну площадку). На вже підготовлену ДП монтується трафарет малої товщини. Через неї передбачається нанесення в апертуру маски паяльної та, відповідно, оплавлення пасту.

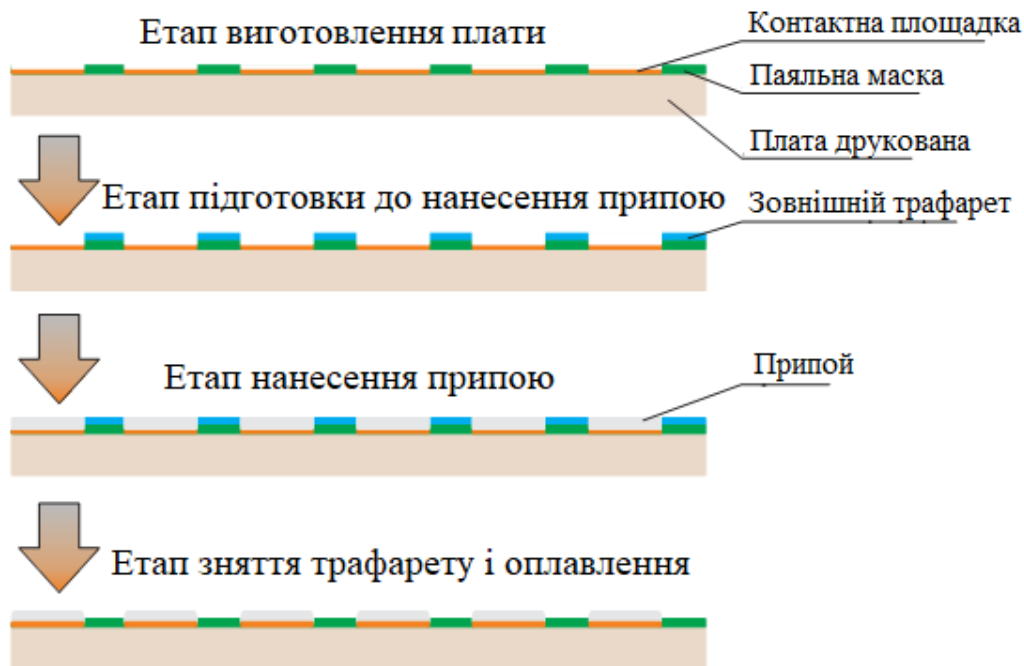


Рисунок 1.31 – Технологія PRT

Застосування такого підходу дає змогу збільшити висоту припою у порівнянні до товщини маски паяльної. Різниця ґрунтується на тому, що суттєво підвищується точність – використання зовнішнього трафарету призначено тільки для «загонки» базової кількості пасту в масковій апертурі. Отже, відсутня потреба використання зовнішнього трафарету на ДП. Неточність, яка виникає при цьому, буде усунена в процесі оплавлення: під силою натягу поверхні розплавлений припій формує на контактних площадках пагорби рівномірно розподілені.

Технології нанесення паст припою забезпечує позбавлення дорогих обладнань та скорочує число операцій під час складання, а отже, передбачається збільшення її продуктивності. Ціновий показник виготовлення ДП радіомодему не суттєво зростає, проте це зростання компенсується зниженням ціни складання.

Описані технології добре адаптовані на підприємствах по виготовленню ДП та складально-монтажних операціях. Виробники ДП радіомодему як альтернативу застосовують дорого вартісний HAL-процес:

процес обслуговування з передбаченим вирівнюванням гарячими ножами повітряного типу.

Під час проектування ДП застосовано САПР P-CAD та середовище AutoCad, а результат її проектування відображено на рис. 1.32.

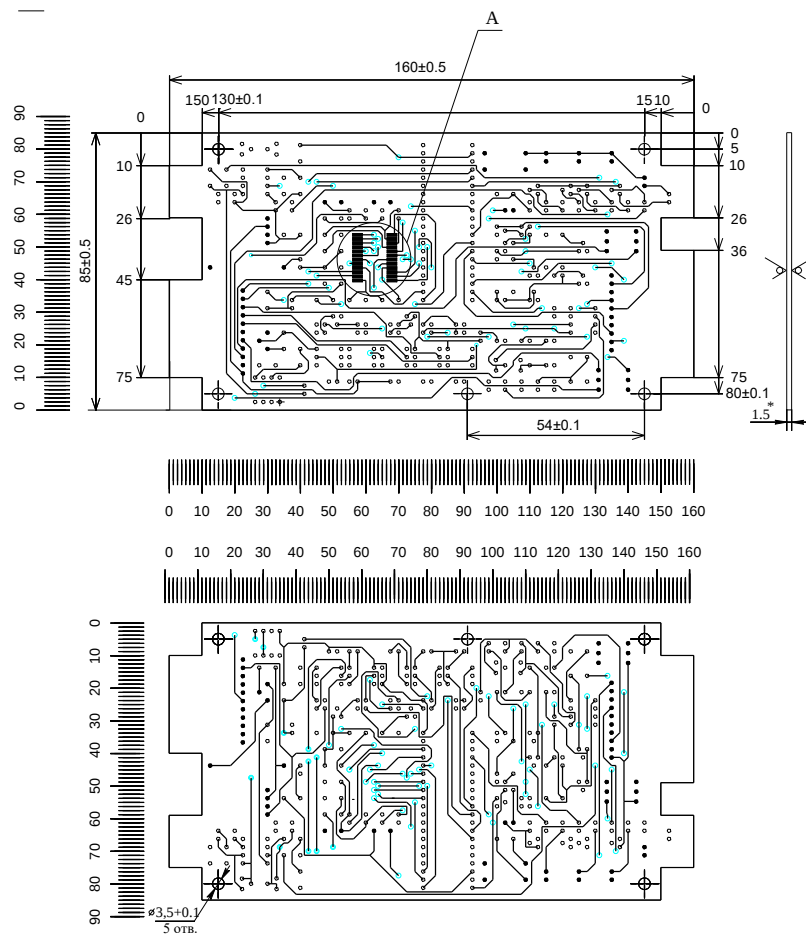


Рисунок 1.32 – ДП радіомодему

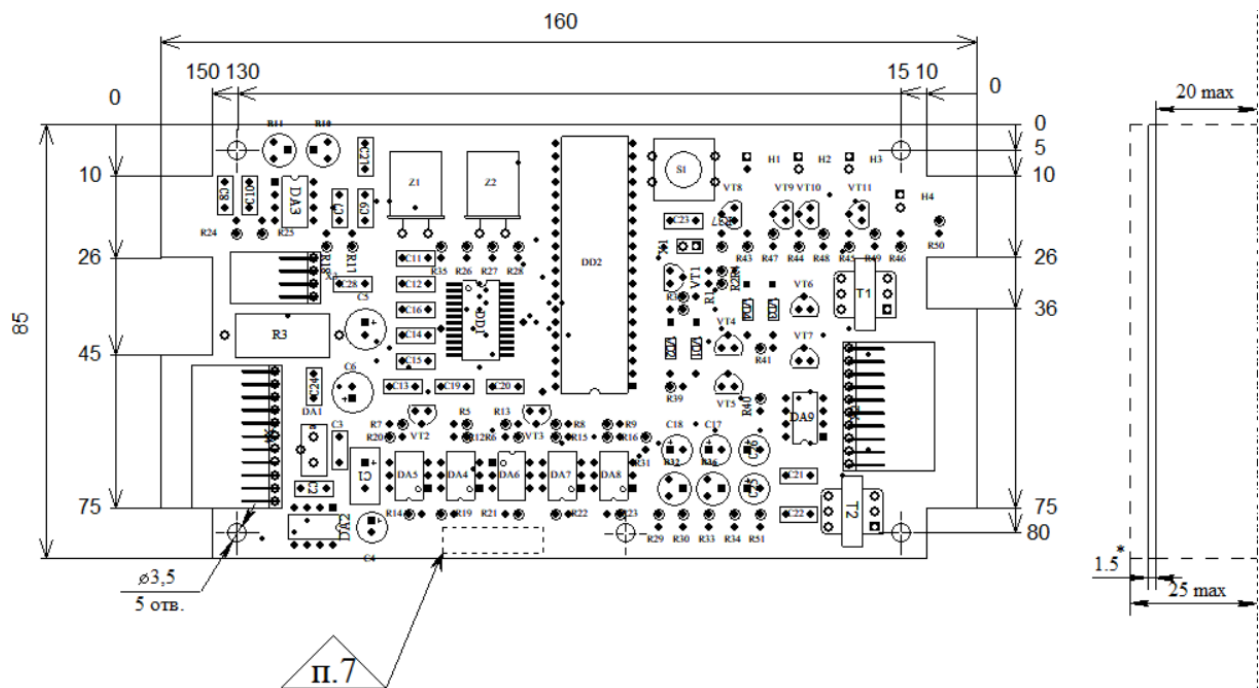


Рисунок 1.33 – Друкований вузол радіомодему

1.6 Висновки до розділу 1

У розділі проведено аналіз завдання, яке корелює з роботою щодо майбутнього проектування радіомодему та обґрунтована актуальність роботи.

Здійснено опис проектування радіомодему, зокрема описано результат проектування схеми структурної електричної, як основи для проектування схеми принципової електричної. Розроблено алгоритм роботи мікроконтролера як базової одиниці радіомодему. При реалізації схеми принципової застосовано САПР P-CAD Schematic.

Проведено розрахунки схеми електричної та організовано вибір елементів для радіомодему.

Описано технології виготовлення ДП радіомодему та проєктовано засобами САПР P-CAD PCB ДП та друкований вузол.

2.1 Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниженню до допустимих величин

Одним з найшкідливіших факторів, притаманних нашій цивілізації, є шум. Виробничий шум — це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що виникають у повітряному середовищі і безпосередньо впливають на працездатність.

Джерелами шуму є: всі види транспорту, насоси, промислові об'єкти, пневматичні та електричні інструменти, верстати, будівельна техніка тощо. З шумом пов'язані деякі технологічні процеси — клепання, карбування, обрубка, вибивка лиття, штамповка, робота на ткацьких верстатах, випробування авіадвигунів тощо.

В останні роки шум став одним з небезпечних факторів зовнішнього середовища на виробництві. Це пов'язано з підвищенням потужності та продуктивності машин, їх повсюдним застосуванням на всіх ділянках і сферах виробництва. Про допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях свідчать дані табл. 2.1.

Вимірювання шуму на робочих місцях здійснюється шумовимірювачами та аналізаторами спектра шуму. Рівень шуму на робочих місцях потрібно контролювати не менше одного разу на рік. В умовах виробництва, як правило, мають місце шуми різної інтенсивності і спектри, які виникають унаслідок дії різноманітних механізмів, агрегатів та інших пристроїв.

Класи умов праці залежно від рівня шуму поділяються на допустимі, які відповідають ГДР згідно з Державними санітарними нормами ДСН 3.3.6037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», шкідливі та небезпечні.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Шум несприятливо впливає на людину. У робітників, які мають справу з гуркотливими машинами та механізмами, виникають стійкі порушення слуху, що нерідко призводить до професійних захворювань (глухуватості і глухоти). Найбільша втрата слуху спостерігається протягом перших десяти років роботи, і з плином часу ця небезпека зростає.

Таблиця 2.1 - Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на постійних робочих місцях (ДСТУ 2867-94)

Приміщення, робочі місця та робочі зони	Рівні звукового тиску (дБ) в смугах із середньгеометричними частотами (Гц)								Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку ДБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення програмістів обчислювальних машин	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення управління, робочі кімнати	79	70	68	63	55	52	50	49	60
Постійні робочі місця та робочі зони у виробничих приміщеннях підприємств	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Проте тривалий шум впливає не лише на слух. Він робить людину нервовою, погіршує її самопочуття, знижує працездатність та швидкість руху, сповільнює розумовий процес. Усе це може спричинити аварію на виробництві.

Шум впливає на систему травлення і кровообігу, серцево-судинну систему. У разі постійного шумового фону до 70 дБ виникає порушення ендокринної та нервової систем, до 90 дБ — порушує слух, до 120 дБ — призводить до фізичного болю, який може бути нестерпним. Шум не лише погіршує самопочуття людини, а й знижує продуктивність праці на 10—15 %. У зв'язку з цим боротьба з ним має не лише санітарно-гігієнічне, а й велике техніко-економічне значення.

Рекомендовані такі діапазони шуму для приміщень різних призначень: для сну та відпочинку — 30-40 дБ, для розумової праці — 45-

55, для робітників цехів, гаражів, магазинів — 56-70, у службових приміщеннях касового вузла банку — 60, виробничих приміщеннях касового вузла — 75 дБ.

Найефективніший засіб боротьби із шумом — зниження його в джерелі створення. У першу чергу необхідно замінювати устаткування ударної дії на устаткування безударної дії. Так, ефективними є заміна kleпання kleпальними молотками на гідравлічне kleпання чи зварювання, застосування прокладок великим внутрішнім тертям (гуми), поглинаючих коливальну енергію.

Зниження шуму можна досягти шляхом заміни металу іншими матеріалами — пресованим текстолітом, капроном та різними пластмасами. Боротьба із шумом тертя в джерелі його створення здійснюється головним чином за допомогою змащувальних матеріалів (наприклад, машинного масла при різанні та шліфуванні металу). Своєчасне змазування не тільки забезпечує безшумну роботу устаткування, а й зменшує зношення деталей, підвищує їх довговічність.

Важливе профілактичне значення мають організаційно-технічні заходи, такі як своєчасний ремонт, догляд та відповідне зберігання ручного механізованого інструмента. В тих випадках, коли зниження шуму в джерелі його створення не досягло потрібних результатів, слід застосовувати засоби зменшення шуму на шляху його поширення. Для цього рекомендується використовувати місцеву та загальну звукоізоляцію, шумовловлюючі екрани, поглинаючі фільтри, глушители шуму. Загальна звукоізоляція досягається створенням загорож (стін, стель) із звукопоглинаючих матеріалів (цеглини, бетону, залізобетону). Місцева звукоізоляція здійснюється у вигляді боксів, де розміщують окремий агрегат чи технологічну лінію.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Застосовуються також різні конструкції звукоізолюючих кабін з цегли, бетону та інших будівельних матеріалів, завдяки яким можна забезпечити практично будь-яке необхідне зниження шуму.

Важливу роль у боротьбі з шумом відіграють архітектурно-будівельні і планувальні рішення при проектуванні та будівництві промислових споруд. Шумні цехи підприємств повинні бути сконцентровані в одному—двох місцях. Їх необхідно оточувати зеленою зоною для послаблення шуму. За зеленою зоною слід розташовувати цехи середньої шумності, за ними — безшумні цехи й адміністративні приміщення. Приміщення з джерелом шуму залежно від його інтенсивності слід розташовувати на відстані 100, 200 та 1000 м від безшумних приміщень.

Одним з важливих профілактичних засобів попередження стомлення при дії шуму є чергування періодів роботи і відпочинку. Відпочинок знижує негативний вплив шуму на працездатність лише в тому випадку, якщо його тривалість та кількість відповідають умовам, в яких відбувається найефективніше відновлення нервових центрів. Важливе значення для осіб, зайнятих на роботах із шумом, має короткочасний відпочинок під час роботи, а також організоване дозвілля поза робочим часом.

Захист від високочастотного шуму забезпечують засоби індивідуального захисту (навушники, заглушки для вух та ін.). Працівники, які направляються у цехи з високим шумом, повинні обов'язково проходити медичні огляди, а під час праці для профілактики профзахворювань — профілактичні медичні огляди не менш одного разу на рік. Такі огляди допомагають своєчасно виявити зміни у стані здоров'я і запобігти профзахворюванню.

Захист від шуму регламентують такі документи: ДСТУ 2867-94, ДСН-3.3.6.037-99.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Організація управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві (цеху) відповідного профілю

Організація оперативного реагування на НС полягає у поетапному здійсненні організаційних і управлінських заходів від планування реагування на НС, інформування, переведення органів управління і сил у вищі ступені готовності, безпосереднього управління ними, організації взаємодії і всебічного забезпечення до забезпечення безпеки людей в зоні НС.



Рисунок 2.1 – Алгоритм оперативного реагування на НС

Планування заходів реагування на НС. План реагування на надзвичайні ситуації розробляється для організації і здійснення взаємоузгодженого

комплексу організаційних і практичних дій щодо проведення аварійно-рятувальних робіт з ліквідації наслідків НС, забезпечення у разі загрози або виникнення НС оперативного реагування органів управління, сил та засобів функціональних і територіальних підсистем ЄДС, запобігання загибелі людей, зменшення матеріальних втрат, організації першочергового життєзабезпечення постраждалого населення та своєчасного надання йому допомоги.

Для забезпечення готовності до оперативного реагування на НС органами управління підсистем ЄДС усіх рівнів розробляються окремі плани реагування на найбільш імовірні для певної території, галузі, об'єкта НС, виходячи з прогнозованих даних та експертних оцінок.

План визначає організаційні і практичні заходи та порядок дій, терміни їх виконання, порядок роботи органів управління, сил і засобів, необхідні для цього фінансові, матеріальні та інші ресурси і відповідальних виконавців щодо реагування на НС, а також основні заходи організації та проведення робіт з ліквідації їх наслідків.

2.3 Висновки до розділу 2

У розділі проаналізовано питання впливу шуму на організм людини та розробки заходів щодо його зниженню до допустимих величин та організації управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві (цеху) відповідного профілю.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Висновки

В роботі реалізовано опис життєвого циклу проектування радіомодему.

Під час 1-го етапу життєвого циклу проведено аналіз завдання, яке корелює з роботою щодо майбутнього проектування радіомодему та обґрунтована актуальність роботи.

Під час 2-го етапу життєвого циклу здійснено опис проектування радіомодему, зокрема описано результат проектування схеми структурної електричної, як основи для проектування схеми принципової електричної. Розроблено алгоритм роботи мікроконтролера як базової одиниці радіомодему. При реалізації схеми принципової застосовано САПР P-CAD Schematic.

Під час 3-го етапу життєвого циклу проведено розрахунки схеми електричної та організовано вибір елементів для радіомодему.

Під час 4-го етапу описано технології виготовлення ДП радіомодему та проєктовано засобами САПР P-CAD PCB ДП та друкований вузол.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2992-95 Вироби електронної техніки. Методи розрахунку надійності.
2. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 «Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT)
3. ДСТУ 2646-94. Плати друковані. Терміни та визначення.
4. ДСТУ 3334-96. Плати друковані. Загальні вимоги до технологічних процесів регенерації, знешкодження та утилізації розчинів.
5. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.
6. Дунець В.Л., Хвостівський М.О., Сверстюк А.С., Хвостівська Л.В. Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення опрацювання електрокадіосигналів при фізичному навантаженні у кардіодіагностичних системах: наукова монографія. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2022. 136 с.
7. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системи автоматизованого проєктування радіоелектронних засобів» для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад.: Хвостівська Л.В., Дунець В.Л. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 109 с.
8. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Системи автоматизованого проєктування радіоелектронних засобів» для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад.: Л.В.Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 63 с.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

9. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи САПР та системного проектування складних об'єктів: Підручник/ За ред.В.І. Бикова. К.: Либідь, 2003. 272с.

10. Математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення синфазного виявлення радіосигналів в електронних комунікаційних мережах із завадами / Л. Хвостівська, М. Хвостівський, В. Дунець, І. Дедів // Вісник ТНТУ. — Т. : ТНТУ, 2023. — Том 111. — № 3. — С. 48–57.

11. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів” для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад.: Л.В.Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 63 с.

12. Розвиток математичного моделювання трафіку комп'ютерних мереж / М. О. Хвостівський, Г. М. Осухівська, Л. В. Хвостівська, Д. В. Величко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. Т.: ТНТУ, 2020. С. 187–188.

13. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка. – Т. 4, Вип. 1. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. – С. 83-89. – ISSN 2227-8842.

14. Хвостівська Л.В., Дедів І.Ю., Ісаєнко Д.В. Генерування радіосигналів для тестування програмного забезпечення комп'ютерних радіосистем. Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей VIII міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. Тернопіль : ТНТУ, 2019. С. 108-109.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

15. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.

16. Mathematical modelling of daily computer network traffic. Khvostivskyu, M., Osukhivska, H., Khvostivska, L., Lobur T., Velychko D, Lupenko, S., Hovorushchenko, T. 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2021, Ternopil. 16 November 2021 до 18 November 2021. CEUR Workshop Proceedings. Том 3039, P.107-111.

17. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка. – Т. 4, Вип. 1. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. – С. 83-89. – ISSN 2227-8842.

18. Liliya Khvostivska, Mykola Khvostivskyu, Vasyl Dunetc, Iryna Dediv. Mathematical and Algorithmic Support of Detection Useful Radiosignals in Telecommunication Networks. Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2022). Ternopil, Ukraine, November 22-24, 2022. P.314-318. ISSN 1613-0073.

19. Khvostivska L., Khvostivskyi M., Dediv I., Yatskiv V., Palaniza Y. Method, Algorithm and Computer Tool for Synphase Detection of Radio Signals in Telecommunication Networks with Noises. Proceedings of the 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023). CEUR Workshop Proceedings. Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. P.173-180. ISSN 1613-0073.

20. Hvostivska, L., Oksukhivska, H., Hvostivskyu, M., Shadrina, H. (2019) Імітаційне моделювання добового пульсового сигналу для задачі верифікації алгоритмів роботи систем довготривалого моніторингу, Вісник НТУУ "КПІ"; Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування, (77), pp 66-73.

21. Яворський Б. І. Математичні основи радіоелектроніки. Частина І. Тернопіль: ТПІ імені Івана Пулюя. 1996. 184 с.

22. Mathematical modelling of daily computer network traffic. Khvostivskyy, M., Osukhivska, H., Khvostivska, L., Lobur T., Velychko D, Lupenko, S., Hovorushchenko, T. 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2021, Ternopil. 16 November 2021 до 18 November 2021. CEUR Workshop Proceedings. Том 3039, P.107-111.

23. Радіомодем RipEX [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.racom.eu/eng/products/radio-modem-ripex.html> (дата звернення: 21.03.2024). Назва з екрану.

24. Радіомодем Рута-ДМ-4800 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://diona.ua> (дата звернення: 21.03.2024). Назва з екрану.

25. Радіомодем RITRON DTXM [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.euromobile.com.ua/product_item.php?id=163 (дата звернення: 21.03.2024). Назва з екрану.

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

ДОДАТКИ

					ПСВ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“_____” _____ 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:
«Радіомодем»

Узгоджено:
Керівник роботи
Хвостівська Л.В. _____
“_____” _____ 2024р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Побер С.В. _____
“_____” _____ 2024р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: «Радіомодем»

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-581 від “03” червня 2024р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Побер Сергій Васильович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є проектування радіомодему, що включає в себе:

- проектування схемотехнічного рішення радіомодему;
- розрахунок і вибір елементів для оптимальної роботи радіомодему;
- проектування друкованого вузла та друкованої плати радіомодему.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1 Робочий діапазон частот 310 Гц – 4300 Гц;

4.1.2 Швидкість передачі даних до 9600 біт/с;

4.1.3 Напруга живлення 12 В;

4.1.4 Потужність споживання не більше 1,2 Вт;

4.1.5 Час встановлення робочого режиму не перевищує 4 с;

4.1.6 Вимоги до умов експлуатації повинні бути:

- Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;
- Температура навколишнього середовища від +10°C до + 35°C
- Відносна вологість повітря 80 % при $t=25^{\circ}\text{C}$

Примітка: габаритні розміри радіомодему уточнюються в процесі розробки конструкції.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема радіомодему;
- загальна схема електричних з'єднань радіомодему;
- електрична принципова схема радіомодему;
- друкована плата радіомодему;

– друкований вузол радіомодему.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	
3	Проектування структурної схеми радіомодему	
4	Проектування загальної схеми електричних з'єднань	
5	Розробка схеми електричної принципової радіомодему	
6	Розрахунок основних вузлів у схемі радіомодему	
7	Вибір елементної бази для розроблюваного	
8	радіомодему	
9	Компоновка друкованого вузла радіомодему	
10	Створення допоміжної документації	
11	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	
12	праці	
13	Нормоконтроль	
14	Перевірка роботи на антиплагіат	
15	Попередній захист кваліфікаційної роботи	
16	Захист кваліфікаційної роботи	

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка			
		Конденсатори							
C1, C4		ECAP-GS-16B-10мкФ «Cap Xon»			2				
C2, C3		CC4-0,1мкФ±5% «Phicom»			2				
C5, C6		ECAP-GS-16B-100мкФ «Cap Xon»			2				
C7-C10		CC4-0,1мкФ±5% «Phicom»			4				
C11, C12		CC4-82пФ±5% «Phicom»			2				
C13, C14		CC4-4,7нФ±5% «Phicom»			2				
C15, C16		CC4-0,1мкФ±5% «Phicom»			2				
C17,C18		ECAP-GS-16B-10мкФ «Cap Xon»			2				
C19,C20		CC4-10мкФ±5% «Phicom»			2				
C21, C22		CC4-0,1мкФ±5% «Phicom»			2				
C23, C25		ECAP-GS-16B-10мкФ «Cap Xon»			1				
C24		CC4-0,1мкФ±5% «Phicom»			1				
C27, C28		CC4-0,1мкФ±5% «Phicom»			1				
		Мікросхеми							
DA1		L7805CV			1				
DA2		ADM600AN (Philips)			1				
DA3, DA9		NE5532			2				
DA4-DA8		AOT128B			5				
DD1		FX919B (CML)			1				
DD2		AT89S8252(ATMEL)			1				
		Резистори			1				
R1		MF-12-0,125-27кОм±10% «TOKEN»			1				
R2		MF-12-0,125-10кОм±10% «TOKEN»			1				
					ПСВ 2.000.001 ПЕЗ				
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					
Розроб		Побер С.В.			Радіомодем	Лім.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Хвостівська Л						1	3
Н. Контр.		Марценюк А..				ТНТУ, гр. РАС-41			
Затверд.		Дунець В.Л.							
Рецензент		Дедів Л.Є.							
					Перелік елементів				

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка
R3		MF-12-0,125-100Ом±10% «TOKEN»			1	
R4		MF-12-0,125-4,7кОм±10% «TOKEN»			1	
R5-R6		MF-12-0,125-91кОм±10% «TOKEN»			2	
R7-R9		MF-12-0,125-1кОм±10% «TOKEN»			3	
R10, R11		KLS4-3296W-0.5-33кОм±10%			2	
R12, R13		MF-12-0,125-27кОм±10% «TOKEN»			2	
R14-R16		MF-12-0,125-5,1кОм±10% «TOKEN»			3	
R17,R18		MF-12-0,125-22кОм±10% «TOKEN»			2	
R19-R23		MF-12-0,125-100кОм±10% «TOKEN»			5	
R24-R26		MF-12-0,125-22кОм±10% «TOKEN»			3	
R27,R28		MF-12-0,125-100кОм±10% «TOKEN»			2	
R29,R30		MF-12-0,125-22кОм±10% «TOKEN»			2	
R31		MF-12-0,125-5,1кОм±10% «TOKEN»			1	
R32, R36		KLS4-3296W-0.5-33кОм±10%			2	
R33,R34		MF-12-0,125-22кОм±10% «TOKEN»			2	
R35		MF-12-0,125-1МОм±10% «TOKEN»			1	
R37-R41		MF-12-0,125-8,2кОм±10% «TOKEN»			5	
R42-R50		MF-12-0,125-270Ом±10% «TOKEN»			9	
		Діоди				
VD1-VD4		1N4148			4	
		Транзистори				
VT1-VT4		BC182B			4	
VT5, VT7		BC454A			2	
VT6		BC182B			1	
VT8-VT11		BC182B			4	
		Світлодіод				
H1-H4		HLMP1600			4	
					ПСВ 2.000.001 ПЕЗ	
Змн.	Арк..	№ докум	Підпис	Дата		
						Арк. 2

[illegible]

[illegible]

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка	
				Мікросхеми			
		13		L7805CV	1	DA1	
		14		ADM600AN (Philips)	1	DA2	
		15		NE5532	2	DA3, DA9	
		16		AOT128B	5	DA4-DA8	
		17		FX919B (CML)	1	DD1	
		18		AT89S8252(ATMEL)	1	DD2	
				Резистори			
				MF-12 «TOKEN»			
		19		MF-12-0,125-27кОм±10%	1	R1	
		20		MF-12-0,125-10кОм±10%	1	R2	
		21		MF-12-0,125-100Ом±10%	1	R3	
		22		MF-12-0,125-4,7кОм±10%	1	R4	
		23		MF-12-0,125-91кОм±10%	2	R5-R6	
		24		MF-12-0,125-1кОм±10%	3	R7-R9	
		25		KLS4-3296W-0.5-33кОм±10%	2	R10, R11	
		26		MF-12-0,125-27кОм±10%	2	R12, R13	
		27		MF-12-0,125-5,1кОм±10%	3	R14-R16	
		29		MF-12-0,125-22кОм±10%	2	R17,R18	
		30		MF-12-0,125-100кОм±10%	5	R19-R23	
		31		MF-12-0,125-22кОм±10%	3	R24-R26	
		32		MF-12-0,125-100кОм±10%	2	R27,R28	
		33		MF-12-0,125-22кОм±10%	2	R29,R30	
		34		MF-12-0,125-5,1кОм±10%	1	R31	
		35		KLS4-3296W-0.5-33кОм±10%	2	R32, R36	
		36		MF-12-0,125-22кОм±10%	2	R33,R34	
		37		MF-12-0,125-1МОм±10%	1	R35	
		38		MF-12-0,125-8,2кОм±10%	5	R37-R41	
		39		MF-12-0,125-270Ом±10%	9	R42-R50	
				ПСВ 2.000.001			Арк.
							2
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			

[illegible]